

氏 名	北 島 未 規
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 5149 号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項
学 位 論 文 名	水素吸蔵チタンを用いた電気自動車用の新しいヒューズの開発
論文審査委員	主 査 教 授 南 繁 行 副 査 教 授 小 槻 勉 副 査 教 授 橋 本 敏

論 文 内 容 の 要 旨

現在、大気汚染問題やエネルギー問題を背景に、世界的規模で電気自動車やハイブリッド車の開発が進められている。これらの自動車には、高電圧大容量のバッテリーが搭載されている。直流高電圧用ヒューズは交流に比べ溶断時に発生するアークの遮断がむづかしく、しばしば周辺機器に 2 次災害をもたらす危険性をはらんでいるのが現状である。そこで本論文は、直流高電圧でヒューズ溶断の際に発生するアークをいかに速く、かつ正確に消滅させるかという問題を解決することを目的とし、ヒューズの高性能化と生産性の向上に向けて取り組んだ研究をまとめたものである。

その解決策として、純チタンに水素を吸蔵させたものをヒューズにコーティングする方法を考えた。

第 1 章では、まず本研究で必要とされるヒューズに関する背景および目的について述べた。

第 2 章では、水素吸蔵チタンの製造のために、新たな電磁加速プラズマ溶射装置を開発した結果について述べた。水素吸蔵チタン薄膜をヒューズ可溶体上に堆積させるためには、断熱的にチタンを水素雰囲気中で高温にし、水素吸蔵チタンとしてパルス溶射によってヒューズ可溶体にコーティングする方法が最も優れていると考え、製作を行った結果について述べた。

第 3 章では、ここで製作した装置を用い、セラミック基板表面実装銅ヒューズに溶射し、ヒューズとしてのアーク遮断性能の評価を、水素吸蔵チタンを溶射しない場合と比較した。また電磁加速プラズマ溶射法による水素吸蔵量の最適値を見出し、水素のアーク遮断効果について検討した。

第 4 章では、第 3 章で確認できた水素吸蔵チタン薄膜の効果を利用し、さらに生産性の向上に向け、銅箔上に水素吸蔵チタンを蒸着させ、銅箔からヒューズを製作する銅箔加工型ヒューズを開発した結果について述べた。また水素吸蔵チタンの効果をより発揮させるために、ヒューズ内部の雰囲気にも着目して製作したヒューズを評価し、高性能であることを明らかにした。

第 5 章では、ヒューズの組立が手作りではできず、生産性の向上に不十分であった点を解決するために、大量生産を可能にする目的として水素吸蔵チタン粉末を用いたヒューズを試作し、評価した。しかし、低電流時の遮断性能はパルス溶射法に比べ、劣っており、現時点ではパルス溶射水素吸蔵チタンをコートしたヒューズが最も優れた性能で有ることを明らかにした。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

電気自動車を始めとする直流高電圧電力機器の普及にともない、異常時に迅速かつ確実に電流を遮断するヒューズが強く求められている。直流を迅速に遮断することは、交流をヒューズで遮断する場合に比べて容易ではない。直流の場合、電圧のゼロ点が存在しないため、しばしばヒューズが溶断する際に発生したアークが消えず、電流が持続して流れ、配電路を焼損させるなど 2 次的被害が発生する。

本論文の著者は、このヒューズの溶断時に発生するアークを純チタンに吸蔵した水素を用いて消去する方法を考え、直流を高速遮断する新しいヒューズに関する研究を全6章に纏めている。

第1章では、研究の背景と概要について述べている。

第2章では、純チタン粉末を、ヒューズとして働く可溶体に水素吸蔵チタンとしてコーティングすることを考え、水素雰囲気中でチタンを断熱的に溶射し、可溶体に損傷を与えることなくコーティングできる連続パルス溶射用プラズマ発生装置を試作し、これを用いてチタンを水素雰囲気中で瞬時に溶解、プラズマ化し、電磁加速することによって約6 km/sの速さでヒューズ可溶体試料に溶射できることを実証している。

第3章では、この試作装置を用い、セラミック基板表面実装銅ヒューズに水素吸蔵チタンをコーティングしたヒューズを作製し、ヒューズの溶断時に発生するアークの熱で可溶体上の水素吸蔵したチタンから水素を放出させることで、アーク自体が高速に消去され、結果としてヒューズとしての遮断時間が著しく短くなることを明らかにしている。

第4章では、銅箔の両面に水素吸蔵チタンを溶射したヒューズを作製し、溶断時の雰囲気についても検討を加えている。その結果、この試料をHFC (CH_2FCF_3) ガス雰囲気中で用いることによってアーク遮断時間を更に低減できることを明らかにしている。このヒューズの形状加工性の容易さを示し、実装設計・生産技術への指針を提案している。

第5章では、このようにして水素吸蔵チタンをコーティングして製作したヒューズと、大小2種類の直径の水素吸蔵チタン粉末を銅線ヒューズ可溶体の周りに充填して作製したヒューズの性能について比較検討し、この簡便なヒューズは大電流領域では、特に小さな径の粉末を使用した場合、コーティングヒューズと同程度の電流遮断性能が得られる反面、ヒューズの定格電流近傍での信頼性および実装設計の観点からは、電気自動車用のヒューズとしては改良の余地のあることを示している。そして水素吸蔵チタン溶射ヒューズが電気自動車用としては、現時点で最も優れていると結論づけている。

第6章では、本研究の結果を総括している。

以上の研究成果および学術・技術水準より、本論文の著者は、博士（工学）の学位を受ける資格を有するものと認める。